

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑩ DE 197 00 506 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 11 B 5/66

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 197 00 506.3  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 9. 1. 97  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 17. 7. 97

DE 197 00 506 A 1

⑯ ⑯ ⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

12.01.96 JP 3517/96

⑯ ⑯ Anmelder:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑯ ⑯ Vertreter:

Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166 Gräfelfing

⑯ ⑯ Erfinder:

Ohkubo, Keiji, Kawasaki, JP

⑯ ⑯ Magnetisches Speichermedium

⑯ ⑯ Beschrieben wird ein magnetisches Speichermedium, das wenigstens eine Grundsicht und eine Mehrfilm-Magnetschicht auf einem Substrat aufweist. Die Mehrfilm-Magnetschicht enthält zwei bis sechs magnetische Filme aus einem Material ausgewählt aus einer CoNiCrTa-Legierung, einer CoCrPt-Legierung und einer CoCrTaPt-Legierung. Die magnetischen Filme sind jeweils unter Zwischenlage eines nichtmagnetischen Zwischenfilms zwischen jedem Paar magnetischer Filme aufeinandergeschichtet. Der bzw. die nichtmagnetischen Zwischenfilme sind aus einer Cr-Legierung gebildet, die ein Element ausgewählt aus Mo, Ta, Ti und W enthält.

DE 197 00 506 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 97 702 029/505

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein magnetisches Aufzeichnungs- bzw. Speichermedium wie eine Festplatte, die als externer Speicher eines Computers dient, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung solch eines Speichermediums. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein magnetisches Speichermedium mit einer Mehrfilm-Magnetschicht und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

In den vergangenen Jahren fand eine starke Entwicklung der Technik zur Erhöhung der Speicherdichte eines magnetischen Speichermediums für Computer statt. Ein magnetisches Speichermedium mit einer hohen Speicherdichte muß eine hohe Koerzitivkraft ( $H_c$ ) und geringes Rauschen aufweisen. Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht des Aufbaus eines bekannten magnetischen Speichermediums. Zur Erzeugung dieses Speichermediums wird auf eine Basis 1 aus einer Al-Mg-Legierung eine Ni-P-Schicht 2 plattierte, die zunächst maschinell spiegelpoliert und dann durch Texturierung mit winzigen Vorsprüngen und Vertiefungen versehen wird, um auf diese Weise ein Substrat zu bilden. Dann werden auf das Substrat durch Sputtern nacheinander eine Cr-Grundschicht 3, eine Magnetschicht 4 und eine Schutzschicht 5 aufgebracht und die Schutzschicht 5 mit einer Reibminderungsschicht 6 beschichtet. Bei der Magnetschicht 4 handelt es sich um eine Einzelfilmschicht beispielsweise aus einem CoCrTa-Legierungsfilm.

Das die Einzelfilmschicht aus einer CoCrTa-Legierung als Magnetschicht 4 verwendende Speichermedium ist ein rauscharmes Medium, dessen Koerzitivkraft  $H_c$  jedoch nur bis zu 1750 A/cm (2200 Oe) reicht. Während Magnetmaterialien der Systeme CoCrPt, Co-NiCrTa bzw. CoCrTaPt eine hohe Koerzitivkraft aufweisen, ist bei ihnen das Rauschen höher als bei solchen des CoCrTa-Systems, weshalb es schwierig ist, sie unverändert für magnetische Speichermedien einzusetzen, die die Forderung nach hoher Speicherdichte erfüllen.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben daher Magnetschichten mit einem Mehrfilmaufbau, bei dem magnetische Filme unter Zwischenlage von nichtmagnetischen Zwischenfilmen aufeinandergeschichtet sind, anstelle der oben beschriebenen Magnetschicht 4 untersucht, welche aus einer Einzelschicht aus magnetischem Material hoher Koerzitivkraft besteht.

Die Mehrfilm-Magnetschicht ermöglicht ein rauscharmes Medium hoher Koerzitivkraft. Bei dieser Magnetschicht ist jedoch jeder nichtmagnetische oder magnetische Film dünn, und die Kristallgitter der nichtmagnetischen Zwischenfilme sind nicht denen der magnetischen Filme angepaßt, was in einer unzureichenden Kristallausrichtung resultiert. Folglich weist die Mehrfilm-Magnetschicht ein kleines Koerzitivkraft-Winkelverhältnis (nachfolgend als Rechteckigkeit bezeichnet)  $S^*$  (0,80 oder weniger) auf und zeigt unbefriedigende Aufzeichnungs- und Wiedergabeeigenschaften wie etwa O/W-Pw50. Weiterhin beschränkt der Mehrfilmaufbau die obere Grenze der Koerzitivkraft als einer inhärenten magnetischen Charakteristik des magnetischen Speichermediums.

Angesichts der oben beschriebenen Probleme besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, ein magnetisches Speichermedium zu schaffen, welches eine Magnetschicht mit einem Mehrfilmaufbau enthält und ein Material hoher Koerzitivkraft (CoCrPt-Legierung, Co-NiCrTa-Legierung oder CoCrTaPt-Legierung) verwendet, und welches eine hohe Koerzitivkraft (1900 A/cm (2400 Oe)  $\leq H_c \leq 2500$  A/cm (3200 Oe)) sowie ein

hohes Rechteckverhältnis ( $0,80 \leq S^* \leq 0,95$ ) aufweist, dabei aber rauscharm ist, wobei der Rauschpegel dem eines rauscharmen magnetischen Speichermediums unter Verwendung von CoCrTa-Material entspricht oder geringer ist.

Diese Aufgabe wird durch ein magnetisches Speichermedium mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Bei dem magnetischen Speichermedium gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem die magnetischen Filme der Magnetschicht voneinander durch den bzw. die zwischenliegenden nichtmagnetischen Zwischenfilme getrennt sind, kann die gegenseitige magnetische Beeinflussung in Vertikalrichtung innerhalb der Magnetschicht vorteilhafterweise verringert werden. Die gegenseitige magnetische Beeinflussung zwischen magnetischen Partikeln kann auch geschwächt werden, wenn die Dicke des nichtmagnetischen Zwischenfilms verringert wird und der Zwischenfilm die Form von gegeneinander isolierten Filmabschnitten aufweist. Das Mediumrauschen wird infolge der beiden obigen Faktoren verringert. Da die beiden magnetischen Filme jedes Paares magnetischer Filme durch einen nichtmagnetischen Film getrennt sind, wird die Dicke jedes magnetischen Films verringert und die Isolation zwischen den magnetischen Partikeln erhöht, was eine erhöhte Koerzitivkraft gewährleistet. Darüberhinaus führt die Verwendung von Cr-X (X: Mo, Ta, Ti, W) für den bzw. die nichtmagnetischen Zwischenfilme zu einer erhöhten Kristallorientierung der magnetischen Co Schicht, was wiederum in einer ausreichend hohen Rechteckigkeit resultiert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht des Aufbaus eines magnetischen Speichermediums gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Anzahl magnetischer Filme einer Mehrfilm-Magnetschicht und dem normierten Rauschen,

Fig. 3(a) und 3(b) Hysteresisschleifen von unter verschiedenen Bedingungen hergestellten magnetischen Speichermedien,

Fig. 4 eine graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Dicke eines nichtmagnetischen Zwischenfilms aus Cr und W und dem Rauschverhalten des Speichermediums,

Fig. 5 eine graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Anteil des Elements X in einem nichtmagnetischen Cr-X-Zwischenfilm und der Rechteckigkeit  $S^*$ ,

Fig. 6 eine graphische Darstellung des Verhältnisses der Filmdicke der magnetischen Filme und des Rauschverhaltens des Speichermediums,

Fig. 7 eine graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Dicke einer Cr-X-Grundsicht und der Koerzitivkraft,

Fig. 8 eine graphische Darstellung der linearen Speicherdichte und der nichtlinearen Übergangsverschiebung, und

Fig. 9 eine Querschnittsansicht des Aufbaus eines bekannten magnetischen Speichermediums.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt des Aufbaus eines magnetischen Speichermediums gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Zur Her-

stellung dieses magnetischen Speichermediums wird auf einer plattenartigen Basis 1 aus einer Al-Mg-Legierung eine Ni-P-Schicht 2 plattierte, diese dann maschinell spiegelpoliert und anschließend durch Texturierung mit winzigen Vorsprüngen und Vertiefungen in Umfangsrichtung der Basis versehen, um so ein Substrat zu bilden. Auf dem Substrat werden dann durch Sputtern nacheinander eine Cr-Grundschicht 3, eine Mehrfilm-Magnetschicht 7 und eine Schutzschicht 5 ausgebildet und schließlich durch Beschichten der dabei erhaltenen Schichtstruktur eine Reibminderungsschicht 6 aufgebracht. Der Texturierungsprozeß wird im Hinblick auf die Oberfläche des Substrats so ausgeführt, daß die magnetische Anisotropie darauf ausgebildeter magnetischer Filme gleichgerichtet wird, um dadurch die Koerzitivkraft zu verbessern. Gleichzeitig zeigen sich die winzigen Vorsprünge und Vertiefungen, die in der Substratoberfläche ausgebildet wurden, auf der Mediumoberfläche, nachdem die obigen Schichten 3, 7, 5 und 6 auf dem Substrat ausgebildet wurden, wodurch die Reibung zwischen der Mediumoberfläche und einem in Verbindung mit dem Speichermedium verwendeten Magnetkopf verringert wird.

Die Mehrfilm-Magnetschicht 7 besteht aus zwei bis sechs Magneten 7a, die aufeinandergeschichtet sind, wobei zwischen jeweils benachbarten Filmen 7a ein nichtmagnetischer Zwischenfilm 7b zwischengefügt ist. Die magnetischen Filme 7a bestehen aus einem magnetischen Material mit einer hohen Koerzitivkraft, insbesondere einer Legierung des CoCrTaPt-Systems (Cr: 11%, Ta: 4%, Pt: 3%, Co 82%).

Fig. 2 zeigt in einer graphischen Darstellung die Änderung des Mediumrauschen mit der Anzahl der magnetischen CoCrTaPt-Filme 7a der Mehrfilm-Magnetschicht 7, wobei die nichtmagnetischen Zwischenfilme 7b jeweils eine Dicke von 1,8 nm (18 Å) aufweisen und aus Cr mit 8 Atom-%/W bestehen. Das Mediumrauschen ist auf dasjenige normiert, das sich für einen einzigen Film 7a ergibt. Wie aus der Darstellung in Fig. 2 ersichtlich, nimmt das Rauschen rapide ab, wenn die Anzahl der Filme 7a zwei oder mehr beträgt und erreicht eine Sättigung, wenn die Anzahl der Filme sechs oder mehr beträgt. Die Erhöhung der Anzahl magnetischer Filme 7a auf einen Wert größer als 6 führt daher zu keinen herausragenden Wirkungen bei der Reduzierung des Mediumrauschen, sondern nur zu erhöhten Herstellungskosten infolge der vergrößerten Anzahl von Schritten zur Herstellung der Filme. Aus diesen Gründen liegt die Anzahl der magnetischen Filme vorzugsweise im Bereich von 2 bis 6.

Bei der Herstellung der Mehrfilm-Magnetschicht 7 durch wiederholtes Ausbilden des nichtmagnetischen Zwischenfilms 7b auf dem magnetischen Film 7a durch Sputtern ist es wichtig, dieselbe Koerzitivkraft für die magnetischen Filme 7a jedes durch einen Zwischenfilm 7b getrennten Paars zu erzielen. Die Fig. 3(a) und 3(b) zeigen Magnetisierungskurven (B-H-Schleifen), die sich für den Fall ergaben, wo die Mehrfilm-Magnetschicht 7 zwei magnetische Filme 7a enthielt. Wenn die Magnetisierungskurve Stufen aufweist, wie sie in Fig. 3(a) gezeigt sind, werden die Überschreibcharakteristik (O/W) als eine Aufnahme- und Wiedergabecharakteristik, das Mediumrauschen und anderes schlechter. Zur Beseitigung dieses Problems werden die Filmbildungsbedingungen, etwa der Vorstrom einer Sputtervorrichtung oder der Magnetstrom einer magnetischen Kathode, für die Ausbildung der jeweiligen magnetischen Filme 7a der Mehrfilm-Magnetschicht 7 so gesteuert, daß die bei-

den magnetischen Filme 7a jedes Paars dieselbe Koerzitivkraft aufweisen, wodurch eine Magnetisierungskurve ohne Stufen realisiert wird, wie sie in Fig. 3(b) gezeigt ist. Die Realisierung einer solchen Magnetisierungskurve ist eine der Anforderungen zum Erhalt der ausgezeichneten magnetischen Eigenschaften, wie sie in Fig. 2 gezeigt sind.

Fig. 4 zeigt in einer graphischen Darstellung das Rauschen und das Signal/Rausch-Verhältnis (SN-Verhältnis) in Relation zur Dicke des nichtmagnetischen Zwischenfilms 7b für den Fall einer Mehrfilm-Magnetschicht 7 mit zwei magnetischen Filmen 7a und dem Zwischenfilm 7b aus Cr und 8 Atom-% W. Das Rauschverhalten und das SN-Verhältnis des Vergleichsbeispiels 1 in Fig. 4 beziehen sich auf ein rauscharmes CoCrTa-Medium. Wie aus dieser Graphik ersichtlich, zeigt das magnetische Speichermedium der vorliegenden Erfindung mit der Mehrfilm-Magnetschicht 7 ein geringeres Rauschen als das CoCrTa-Medium des Vergleichsbeispiels, und zwar nahezu über den gesamten Bereich von 0,5 nm (5 Å) bis 5 nm (50 Å) der Dicke des Cr-W-Zwischenfilms 7b.

Fig. 5 ist eine graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Menge des Elements X, welches dem Cr in einem nichtmagnetischen Cr-X-Zwischenfilm (X: Mo, Ta, Ti oder W) einer Dicke von 1,8 nm (18 Å) zugesetzt wird, und der Rechteckigkeit S\*. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die Rechteckigkeit S\* ihr Maximum bei einer bestimmten Menge des Elements X erreicht und bei weiter steigendem Anteil des Elements X abnimmt, und zwar unabhängig davon, welches Element dem Cr zur Bildung des Zwischenfilms zugesetzt wird. Dies beruht darauf, daß der Grad der Fehlanpassung zwischen den Kristallgittern des Cr-Zwischenfilms und des Co-enthaltenden magnetischen Films infolge des Zusatzes des Elements X abnimmt, aber wieder zunimmt, wenn die zugesetzte Menge des Elements X den bestimmten Wert übersteigt.

Zur Sicherstellung einer ausreichend hohen Rechteckigkeit S\* (0,80 oder größer) wird der Gehalt des Elements X (ausgewählt aus Mo, Ta, Ti und W) in dem nichtmagnetischen Zwischenfilm 7b vorzugsweise so gesteuert, daß der Gehalt im Fall von Mo im Bereich von 2 Atom-% bis 12 Atom-%, im Fall von Ta im Bereich von 2 Atom-% bis 12 Atom-%, im Fall von Ti im Bereich von 2 Atom-% bis 15 Atom-% und im Fall W im Bereich von 1 Atom-% bis 20 Atom-% liegt. Noch besser wird der Gehalt des ausgewählten X in dem Cr-X-Zwischenfilm so gesteuert, daß er im Fall von Ta im Bereich von 6 Atom-% bis 8 Atom-%, im Fall von Ti im Bereich von 4 Atom-% bis 11 Atom-% liegt und im Fall von W im Bereich von 3 Atom-% bis 15 Atom-% liegt, damit eine Rechteckigkeit S\* von nicht weniger als 0,85 erreicht wird.

Fig. 6 ist eine graphische Darstellung des Rauschens des magnetischen Speichermediums in Relation zu dem Verhältnis der Filmdicken zweier magnetischer Filme 7a der Mehrfilm-Magnetschicht 7. Wenn das Verhältnis der Filmdicken 100% beträgt das heißt die beiden magnetischen Filme 7a dieselbe Dicke aufweisen, wird das Rauschen des resultierenden Mediums minimal. Da ein gutes Rauschverhalten erreicht werden kann, wenn das Verhältnis der Filmdicken im Bereich von 70 bis 130% liegt, kann ein günstiges rauscharmes Speichermedium selbst bei einer Schwankung ( $\pm 10\%$ ) der Dicke erreicht werden, die beim Sputterprozeß zur Ausbildung der Filme auftritt.

Fig. 7 ist eine graphische Darstellung des Zusammen-

hangs zwischen der Dicke ein r Cr-X-Grundschicht 3 und der Koerzitivkraft, wenn die Mehrfilm-Magnetschicht 7 zwei magnetische Filme 7a aufweist und die Grundschicht 3 eine Cr-Schicht bzw. eine Cr-X-Schicht, wie sie für den nichtmagnetischen Zwischenfilm 7b verwendet wird, ist. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, steigt die Koerzitivkraft mit einer Zunahme der Filmdicke der Grundschicht 3 und erreicht im Fall einer Cr-X-Grundschicht 2386 A/cm (3000 Oe) oder mehr, wenn die Dicke 200 nm (2000 Å) wird.

Fig. 7 zeigt zugleich, daß die Koerzitivkraft des Speichermediums dadurch weiter erhöht werden kann, daß nicht nur für den nichtmagnetischen Zwischenfilm 7b, sondern auch die Grundschicht 3 als Material Cr-X verwendet wird, anstelle einer Cr-Schicht als Grundschicht 10.

Fig. 8 zeigt in einer graphischen Darstellung die nichtlineare Übergangsverschiebung (NLTS) in bezug auf die Speicherdichte des Mediums der vorliegenden Ausführungsform, die eine Mehrfilm-Magnetschicht mit zwei magnetischen Filmen 7a enthält, sowie des rau-scharmen CoCrTa-Mediums (Vergleichsbeispiel). Das magnetische Speichermedium erfordert, wenn es in Verbindung mit einem Magnetwidérstands-Dünnfilmkopf (MR-Kopf) zur Erzielung einer hohen Speicherdichte verwendet wird, eine geringe nichtlineare Übergangsverschiebung. Wie aus Fig. 8 ersichtlich, beträgt der Wert für NLTS des Speichermediums der vorliegenden Ausführungsform mit einer linearen Speicherdichte von 195 kFCL 8%, während der entsprechende Wert 20 der bekannten CoCrTa-Mediums mit derselben Speicherdichte 46,4% beträgt. Somit zeigt das vorliegende Speichermedium selbst bei einer hohen Speicherdichte eine ausreichend kleine nichtlineare Übergangsverschiebung.

Während die Mehrfilm-Magnetschicht der dargestellten Ausführungsform magnetische Filme 7a des CoCrTaPt-Systems aufweist, besitzen Speichermedien, bei denen die magnetischen Filme 7a aus einem Material des CoNiCrTa-Systems (Ni: 25 Atom-%, Cr: 10 40 Atom-%, Ta: 2 Atom-%, Co: 63 Atom-%) oder des CoCrPt-Systems (Cr: 14 Atom-%, Ft: 7 Atom-%, Co: 79 Atom-%) ähnliche Eigenschaften wie das Speichermedium der dargestellten Ausführungsform.

#### Patentansprüche

1. Magnetisches Speichermedium, umfassend:  
ein Substrat (1, 2),  
eine auf dem Substrat ausgebildete Grundschicht 50 (3) und  
eine auf der Grundschicht ausgebildete Magnetschicht (7), dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetschicht (7) zwei bis sechs magnetische Filme aus einem Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einer CoNiCrTa-Legierung, einer CoCrPt-Legierung und einer CoCrTaPt-Legierung aufweist, die jeweils unter Zwischenlage eines nichtmagnetischen Zwischenfilms (7b) zwischen jedem Paar magnetischer Filme (7a) aufeinandergeschichtet sind, wobei die nichtmagnetischen Zwischenfilme aus einer Cr-Legierung gebildet sind, welche ein Element ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mo, Ta, Ti und W enthält.
2. Speichermedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem nichtmagnetischen Zwischenfilm (7b) enthalten Element Mo mit einem Gehalt im Bereich von 2 Atom-% bis 12

Atom-% ist.

3. Speichermedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem nichtmagnetischen Zwischenfilm (7b) enthaltene Element Ta mit einem Gehalt im Bereich von 2 Atom-% bis 12 Atom-% ist.

4. Speichermedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem nichtmagnetischen Zwischenfilm (7b) enthaltene Element Ti mit einem Gehalt von 2 Atom-% bis 15 Atom-% ist.

5. Speichermedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem nichtmagnetischen Zwischenfilm (7b) enthaltene Element W mit einem Gehalt im Bereich von 1 Atom-% bis 20 Atom-% ist.

6. Speichermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1, 2) aus einer mit Ni und P platierten Al-Mg-Legierung besteht und eine spiegelpolierte Oberfläche aufweist, in welcher dann winzige Vorsprünge und Vertiefungen ausgebildet sind.

7. Speichermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetischen Filme (7a) der Magnetschicht (7) im wesentlichen dieselbe Koerzitivkraft aufweisen.

8. Speichermedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Filmdicken von zwei der magnetischen Filme (7a) der Magnetschicht (7) im Bereich von 80% bis 120% liegt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

---

FIG. 1

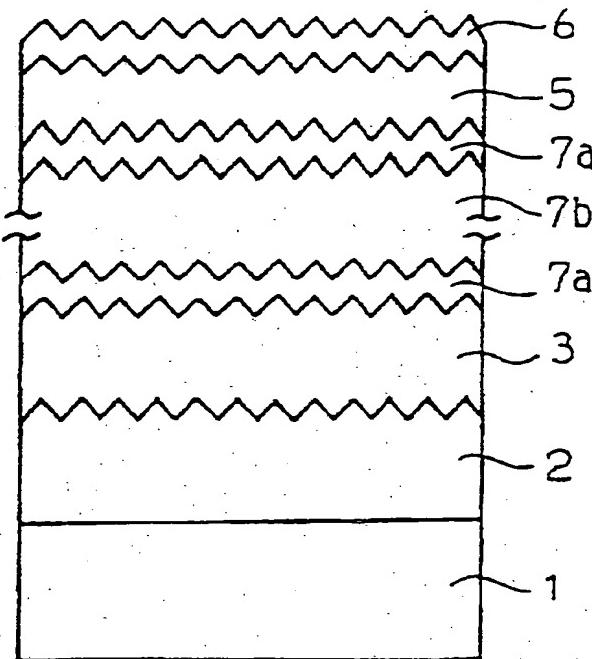


FIG. 2

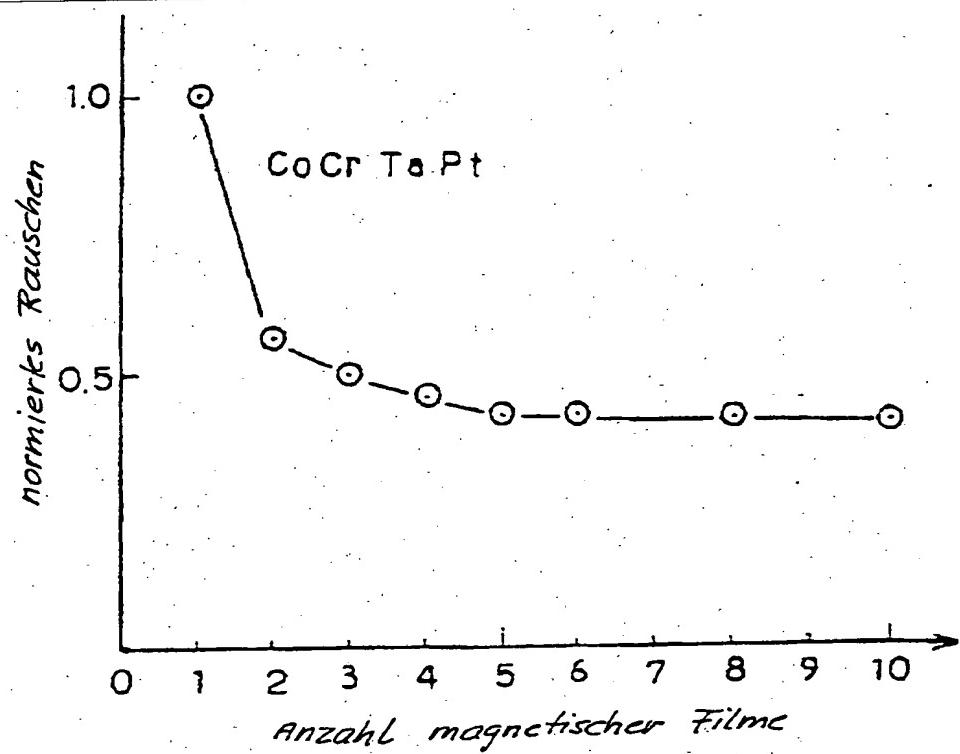


FIG. 3

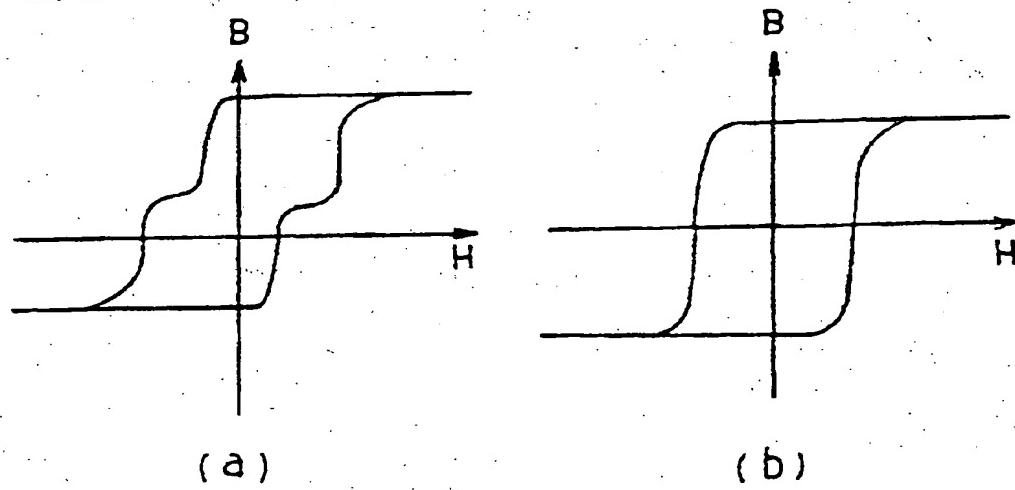


FIG. 4

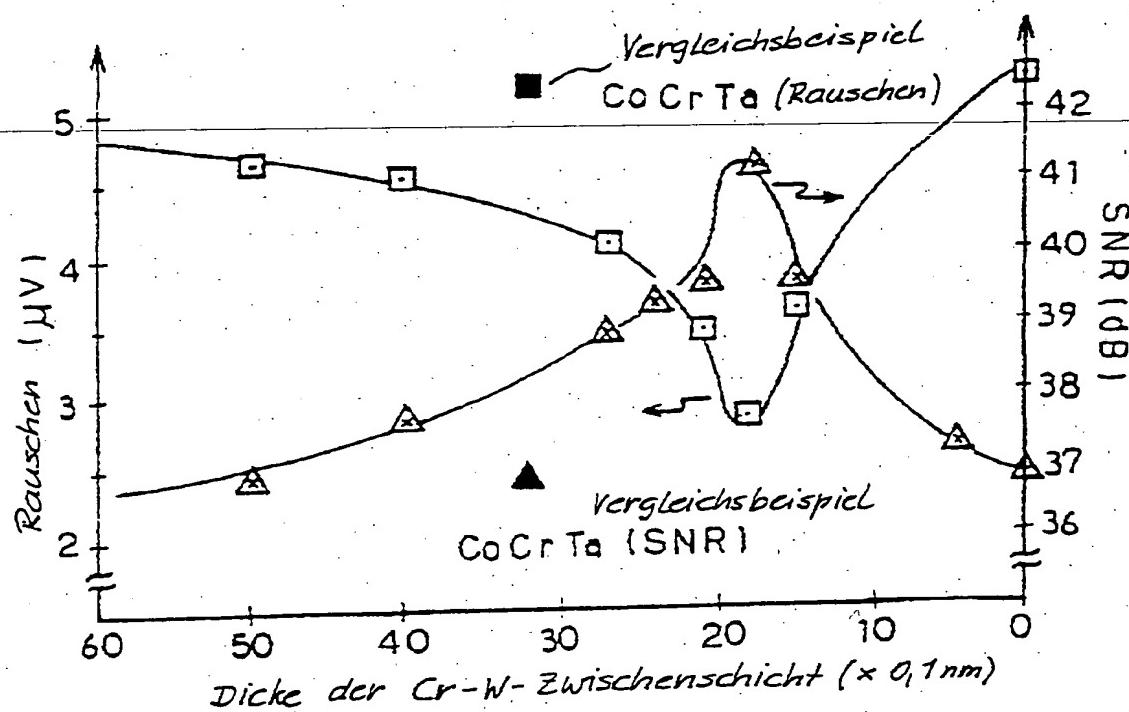


FIG. 5

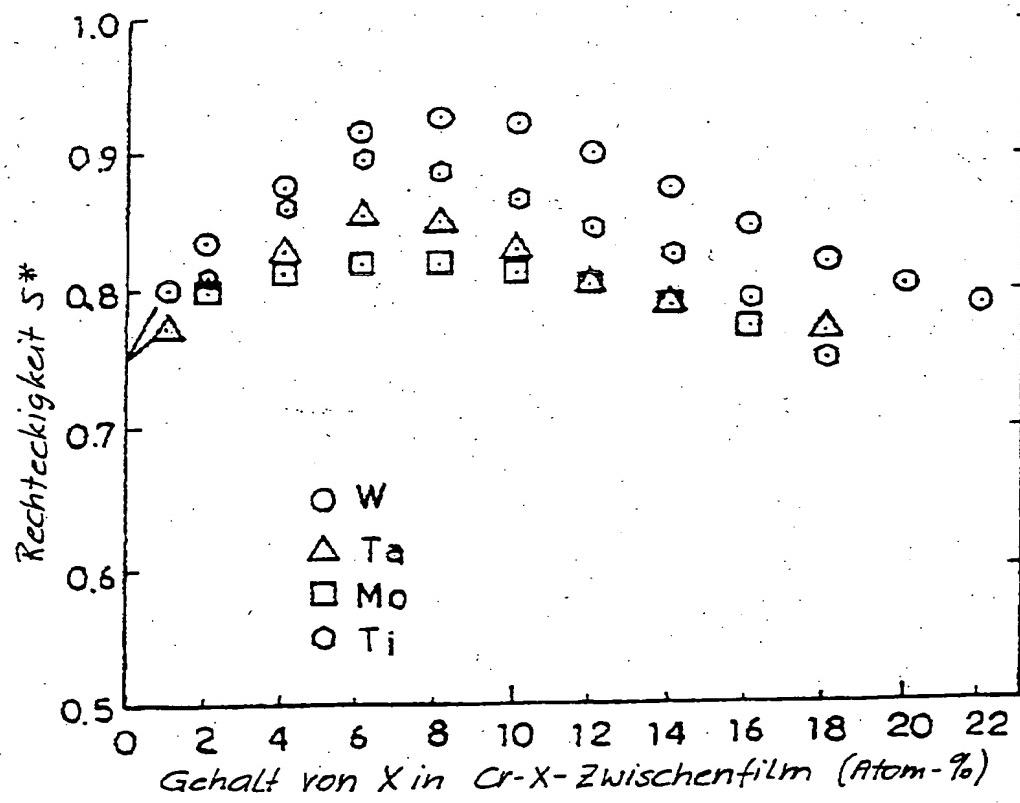


FIG. 6

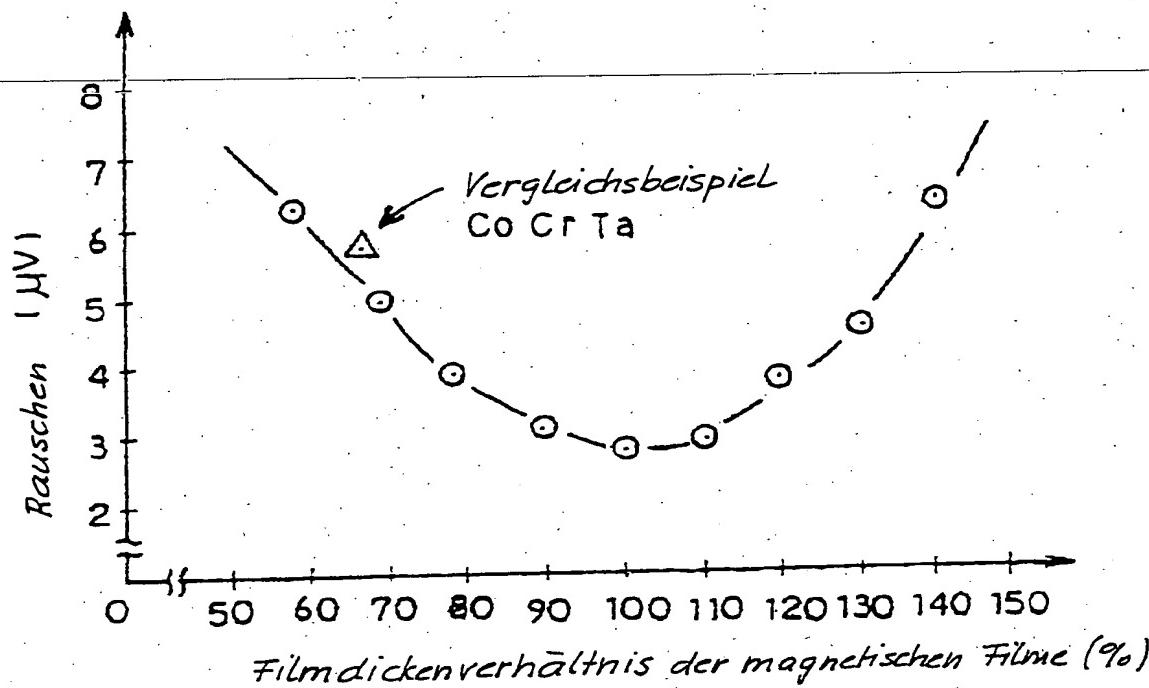


FIG. 7

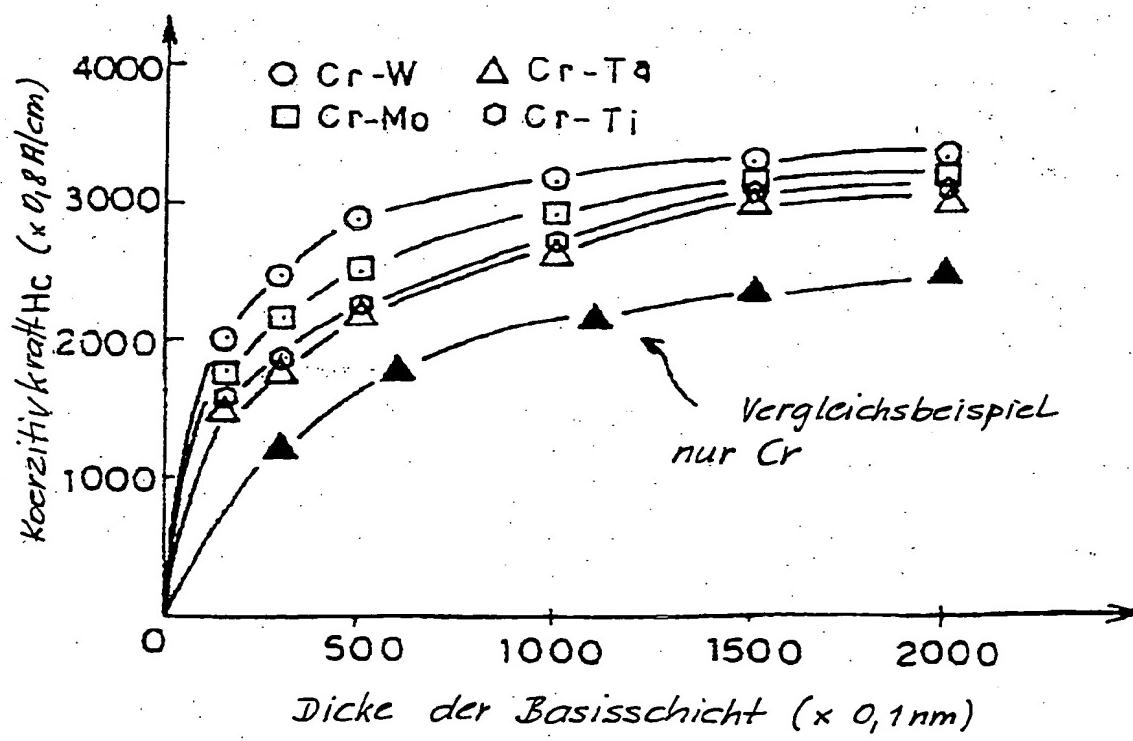


FIG. 8

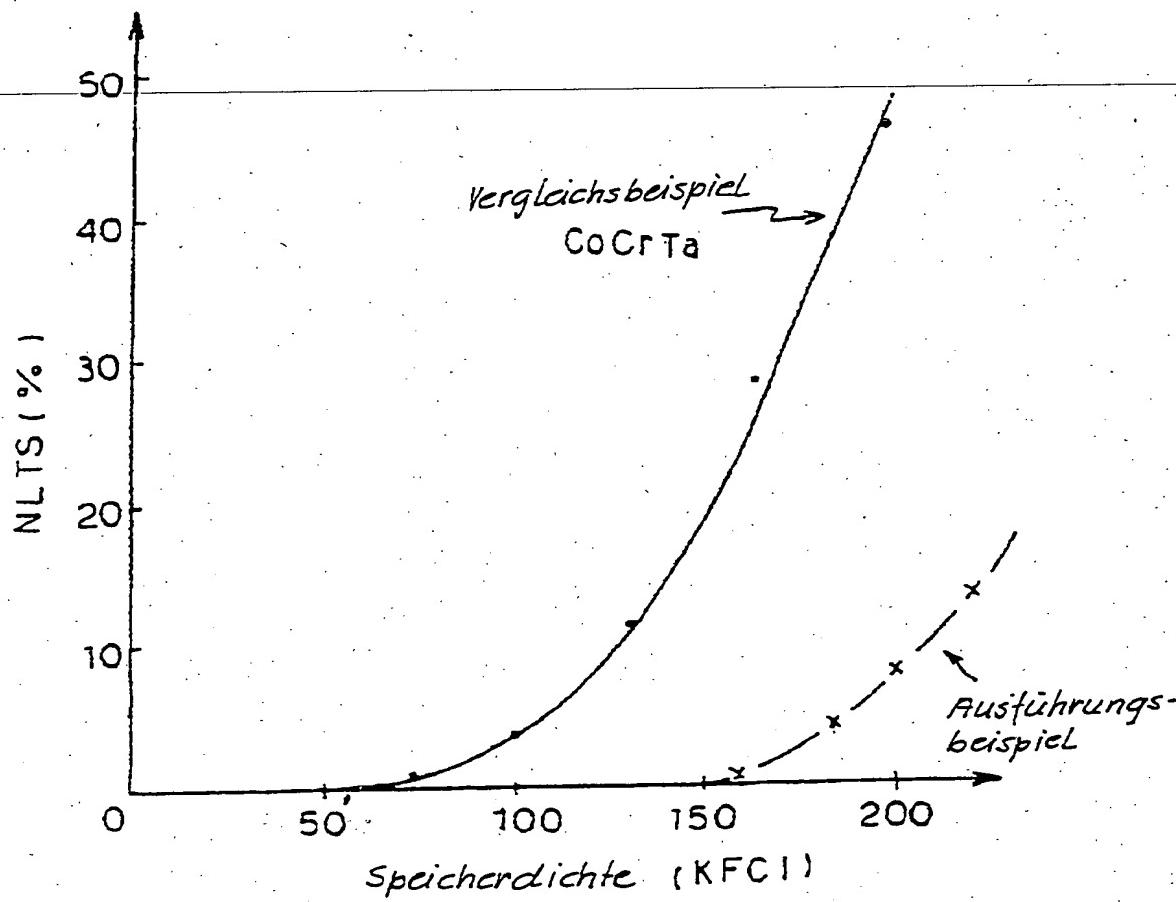


FIG. 9

stand der Technik

